



## Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/>  
Eprints ID : 13031

**To cite this version** : Houaidia, Chiraz and Van den Bossche, Adrien and Idoudi, Hanen and Val, Thierry and Azzouz Saidane, Leila [\*Impact des interférences dans un réseau sans fil multi-sauts\*](#). (2014) In: Journées Nationales des Communications Terrestres - JNCT 2014, 22 May 2014 - 23 May 2014 (Toulouse, France).

Any correspondance concerning this service should be sent to the repository administrator: [staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr](mailto:staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr)

# Impact des interférences dans un réseau sans fil multi-sauts

Chiraz Houaidia<sup>#\*</sup>, Adrien Van Den Bossche<sup>\*</sup>, Hanen Idoudi<sup>#</sup>, Thierry Val<sup>\*</sup>, Leila Azouz Saidane<sup>#</sup>

<sup>#</sup>*Ecole Nationale des Sciences de l'Informatique (ENSI),  
Université de la Manouba, Campus Universitaire de La Manouba, Tunis, Tunisie*

<sup>\*</sup>*CNRS-IRIT-IRT, Université de Toulouse, UT2*

chiraz.houaidia@irit.fr, vandenbo@univ-tlse2.fr, hanen.idoudi@ensi.rnu.tn,  
val@irit.fr and leila.saidane@ensi.rnu.tn

**Résumé** : Ce papier introduit le problème des interférences dans les réseaux sans fil multi-sauts. Nous nous adressons à deux types d'interférences : intra-flux et inter-flux et nous discutons de leur impact sur l'estimation des ressources disponibles notamment la bande passante.

**Mots clés** : Réseau sans fil multi-sauts, Interférence intra-flux, Interférence inter-flux, Bande passante.

## 1. INTRODUCTION

Parallèlement à l'émergence des réseaux sans fil, on assiste à un déploiement de services multimédia importants, variés et gourmands en ressources. Ce type d'applications est exigeant en termes de qualité de la transmission et l'on voit apparaître un réel besoin de garanties sur la qualité du service offert.

La fonction basique du routage avec qualité de service est de chercher des chemins « optimaux » qui satisfont les contraintes de QoS de flux de données. Ainsi, l'identification de routes avec maximisation de la bande passante disponible serait un objectif imminent dans un routage orienté QoS.

En outre, étant donné qu'il n'est pas facile de séparer complètement les transmissions simultanées en fréquence dans de tels réseaux, certaines transmissions seront malheureusement effectuées en même temps et dans la même bande de fréquences. A ces transmissions de données s'ajouteront les signaux parasites interférents provenant de sources non désirées et qui sont susceptibles de brouiller le signal reçu par le destinataire.

Dans ce papier, nous allons étudier l'impact des interférences sur la bande passante disponible dans un environnement sans fil multi-sauts.

## 2. PROBLEME D'INTERFERENCES DANS LES ENVIRONNEMENTS SANS FIL MULTI-SAUTS

### 2.1. HISTORIQUE DE L'UWB

Dans un contexte filaire comme un bus Ethernet, tous les nœuds partagent la même vision de l'état du canal de transmission (libre ou occupé) et des ressources à disposition pour un éventuel échange. Cette vision unifiée n'est plus possible dans les réseaux sans fil du fait que le canal partagé n'est plus un simple support matériel partagé commun mais un médium immatériel tel que l'air. D'autre part, la vision de chaque nœud dépend de sa portée de transmission et de sa zone d'interférences. Plusieurs problèmes connus sont issus de cette vision limitée tel que le problème du nœud caché.

Pour expliquer plus en détails le phénomène, considérons l'exemple suivant illustré en figure 1 :

Le nœud A peut être conscient qu'il partage le canal avec le nœud B, car il est à l'intérieur de sa portée de transmission. Il sait aussi qu'il partage le canal avec le nœud C parce que c'est à l'intérieur de sa zone d'interférences, mais il ne peut pas communiquer directement avec lui car il ne peut pas décoder correctement ses paquets, et donc ne sait pas l'identité de ce nœud C.

Cependant, bien que le nœud A sache qu'il partage le canal avec le nœud B, il ne sait pas ce que les autres nœuds partagent également avec ce nœud B, car ils sont en dehors de sa zone d'interférences (par exemple, le nœud D). De plus, les deux nœuds A et B n'ont pas la même vision du canal puisque, de la part de A, les nœuds B et C sont les seuls nœuds partageant le canal avec lui mais, de la part du nœud B, le canal est partagé à la fois par A, C et D.

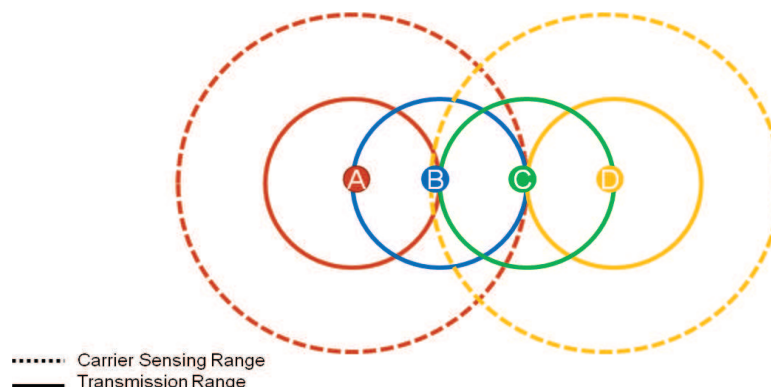


Figure 1 : Visibilité des nœuds du support partagé.

Ce problème de vision locale influence directement l'estimation de la bande passante disponible au niveau de chaque nœud. En effet, la vision unifiée des ressources disponibles et partagées entre tous les nœuds du réseau n'est pas garantie.

Par exemple, sur la figure 2, où les nombres sur les liens indiquent les capacités des liens en Mbits/s, le *widest path*<sup>1</sup> à partir du nœud A vers le nœud Y est « A, B, C, D, Y », car le chemin du bas présente un goulot d'étranglement (G, Y) limité à cinq Mbits/s. Par contre, à partir du nœud X, pour atteindre le nœud Y, le *widest path* est plutôt « X, A, E, F, G, Y » car il présente une liaison (F, G) offrant une plus grande capacité [3].

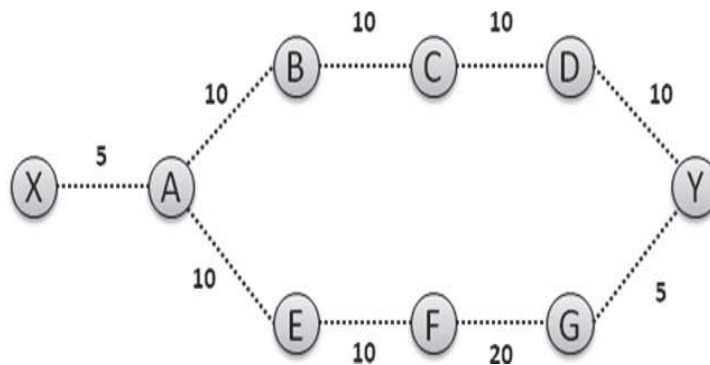


Figure 2 : Exemple de topologie de réseau.

D'autre part, étant donné qu'il est très difficile de complètement séparer en fréquence les transmissions simultanées dans les réseaux sans fil, certaines transmissions seront produites en même temps et dans la même bande de fréquences. Par conséquent, la bande passante consommée par les flux de données et les ressources disponibles pour un nœud ne sont plus des concepts locaux, ils dépendent des nœuds voisins partageant le canal de transmission.

En général, on distingue deux types d'interférences [2] : les interférences intra-flux et les interférences inter-flux. L'interférence intra-flux se produit lorsqu'un paquet de données est transmis, dans un contexte multi-sauts, sur plusieurs liens le long d'un chemin jusqu'à la destination. En effet, des nœuds dans le même chemin du même flux entrent en concurrence entre eux pour le même canal. Afin d'éviter les conflits au niveau du nœud de réception, certains liens restent inactifs. Comme le montre la figure 3(a), tout en recevant des flux de données à partir du nœud S1, le lien (X1, D1) doit rester au repos (c'est-à-dire ne pas émettre) pour éviter d'éventuelles interférences avec le lien (S1, X1).

<sup>1</sup> Widest path: Le chemin offrant la bande passante maximale.

L'interférence inter-flux se produit lorsque différents flux de données sont transmis en même temps et partageant ainsi la même ressource disponible. En effet, dans un réseau sans fil, un flux ne consomme pas toute la bande passante tout au long d'un chemin mais il entre en contention avec les voisins de tous les nœuds de son chemin.

En d'autres termes, l'interférence inter-flux affecte la quantité de ressources résiduelles sur chaque lien et qui sera affectée à un nouveau flux. Comme le montre par exemple la figure 3(b), dans une telle topologie sans fil avec deux flux (S1-D1 et S2-D2), à un moment donné, une transmission entre S1-X1 condamnera les transmissions sur S2-X2 car les nœuds X1 et X2 sont dans la même zone de transmission et interfèrent entre eux.

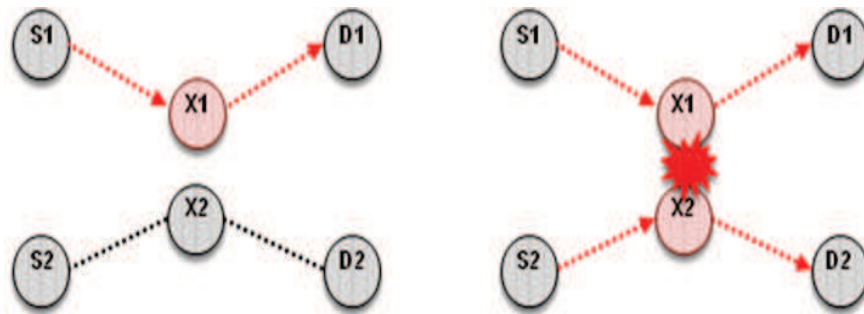


Figure 3 : (a) Interférences intra-flux (b) Interférences inter-flux.

Ainsi, le premier défi qui se pose en traitant cette problématique des interférences, est l'estimation de la bande passante disponible sur le réseau. En effet, d'une part, chaque nœud a une vision individualisée de l'état du canal, et d'autre part, la bande passante disponible dans le réseau n'est pas simplement un concept local, mais dépend de la bande passante disponible sur tout le voisinage. Ainsi, le défi qui se pose est comment peut-on homogénéiser la perception des différents nœuds du réseau des ressources disponibles en ayant à l'appui des estimations locales ?

Nous proposons dans ce qui suit, l'étude d'un scénario pour mettre en évidence ce phénomène.

Dans cette simulation considérons six nœuds configurés comme indiqué sur la figure 4(a) [1]. La portée de transmission radio est fixée à 250 mètres et la zone d'interférences est de 550 mètres. Le nœud A est hors de portée de transmission du nœud C, mais dans sa zone d'interférences. Le nœud E est dans la zone de transmission du nœud A et se trouve hors de portée d'interférences du nœud C. Trois flux CBR de 2 Mbits/s sont établis entre les nœuds A et B, les nœuds E et F et les nœuds C et D. Les transmissions sont espacées d'une période de 10 s. Les liens ont des capacités différentes, comme indiqué sur la figure 5.

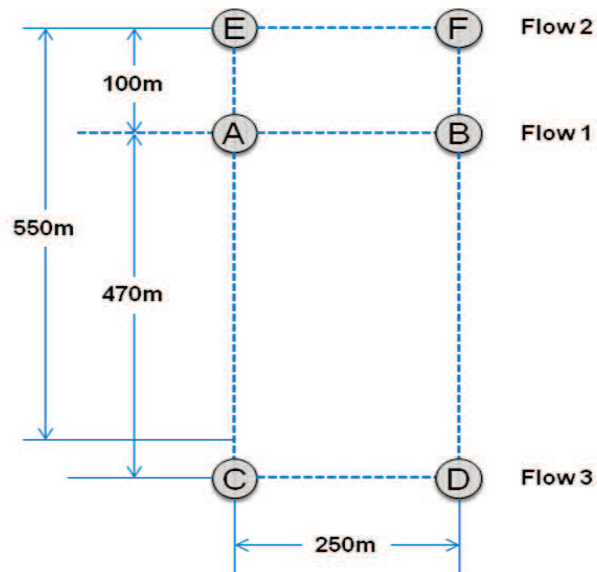


Figure 4(a) : Première topologie de simulation.

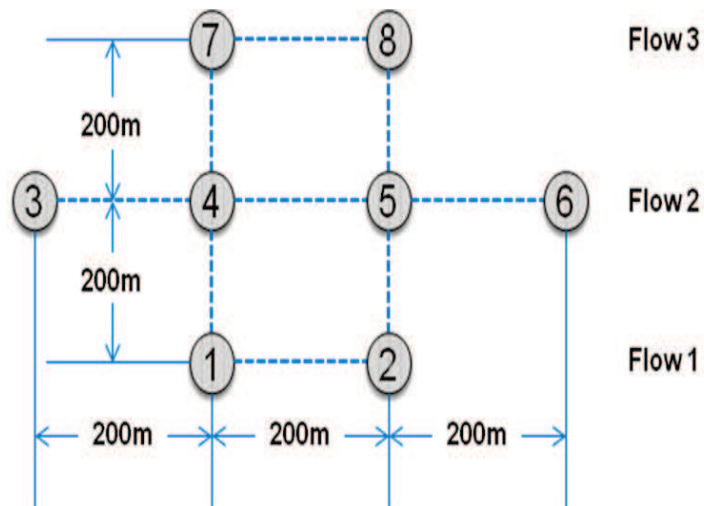


Figure 4(b) : Deuxième topologie de simulation.

La figure 5 montre, d'un point de vue théorique, les variations de la bande passante locale disponible estimée par chaque nœud source quand les flux de données sont transmis successivement.

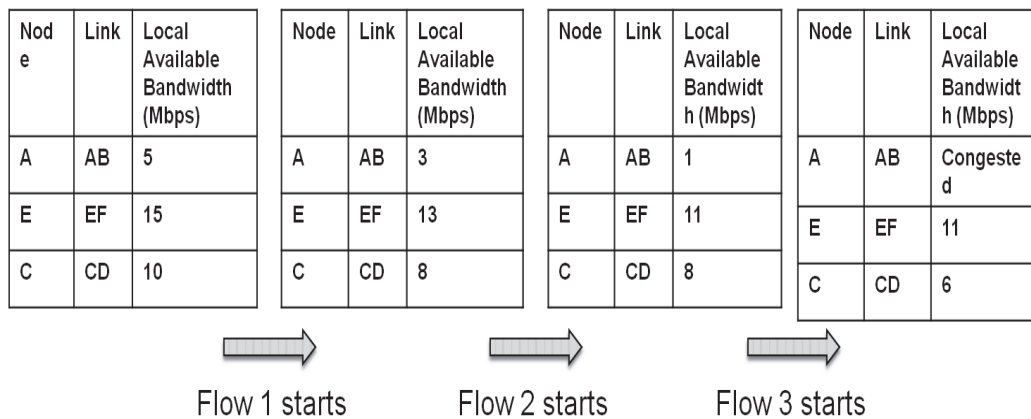


Figure 5 : Variations de la bande passante [1].

Comme le montre la figure 5, après l'émission des flux 1 et 2, le nœud C est encore capable d'admettre le flux 3. Cependant, étant donné que le nœud A est dans la zone d'interférences du nœud C, le flux 3 est susceptible de consommer de la capacité résiduelle de A qui se trouve, en effet, insuffisante. En d'autres termes, même si la bande passante locale le permet, le nœud C n'a pas assez de bande passante avoisinante (c'est-à-dire la bande passante disponible sur les autres liens du chemin) pour le flux 3.

Dans ce qui suit, nous utilisons un scénario similaire basé sur le réseau illustré à la figure 4(b) pour montrer, pratiquement, comment les interférences intra-flux et inter-flux dégradent les performances du réseau. La simulation est faite par ns-2 avec une couche MAC IEEE 802.11.

Puisque les nœuds 3 et 6 sont au-delà des portées de transmission l'un de l'autre, le flux 2 doit, ainsi, passer à travers le nœud 4 et le nœud 5. La figure 6 montre la variation du *throughput*<sup>2</sup> des trois flux. Lorsque le flux 2 commence, le *throughput* du flux 1 diminue de façon significative. Lorsque le flux 3 commence, les deux flux 1 et 2 sacrifient une bonne partie de leur débit, soit 50% du débit initial pour le flux 1 et 30% de celui du flux 2. Les trois flux subissent ainsi de grandes variations de *throughput*. Ce scénario montre, ainsi, l'impact négatif de l'interférence inter-flux.

<sup>2</sup> Throughput : La quantité de données communiquées pendant une période de temps donnée.

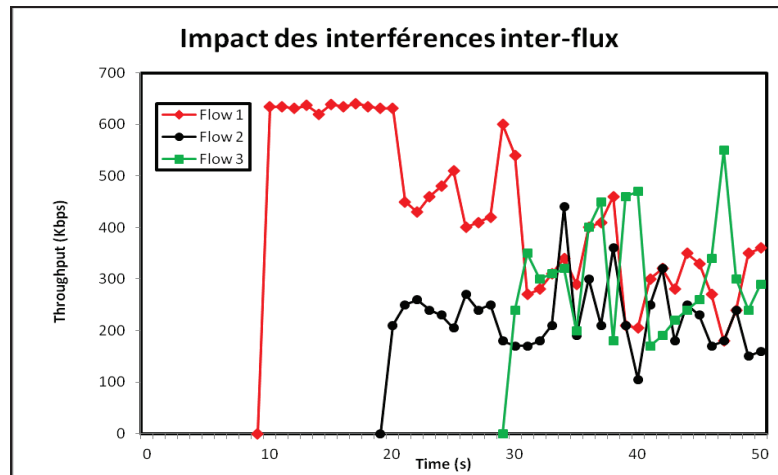


Figure 6 : Impact des interférences inter-flux.

Dans l'exemple suivant, nous mesurons séparément le *throughput* lorsqu'uniquement un flux à un seul saut est émis du nœud 3 vers le nœud 4 avec le débit de 600 Kbps, et quand uniquement un flux multi-sauts est émis à partir du nœud 3 vers le nœud 6 avec le même débit.

Comme représenté sur la figure 7, l'écart du *throughput* obtenu entre ces deux flux est assez grand. Le flux à un saut atteint son débit de 600 Kbps tandis que le débit du flux multi-saut est inférieur à 400 Kbps. Les interférences intra-flux entre les liens du flux multi-sauts détériorent significativement son *throughput* résultant.

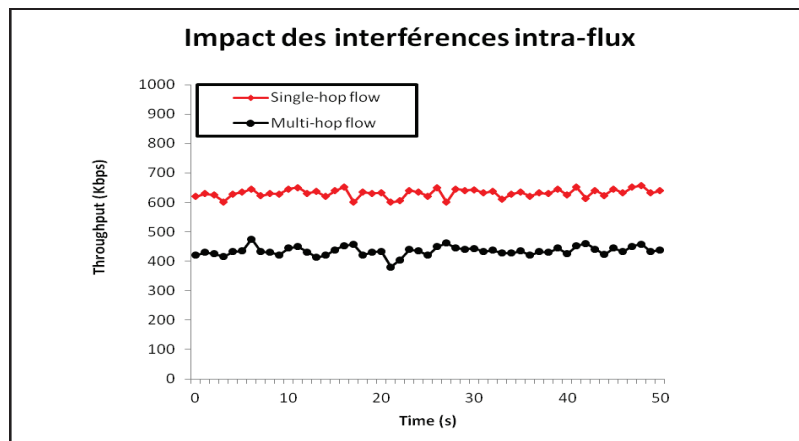


Figure 7 : Impact des interférences intra-flux.

### 3. CONCLUSION

Dans ce papier, nous avons traité des problèmes liés au partage du support de communication dans un réseau sans fil multi-sauts. Nous avons identifié deux types d'interférences : intra-flux et inter-flux et nous avons



discuté leur impact sur l'estimation des ressources disponibles, en modélisant et simulant la problématique.

#### **4. REFERENCES**

- [1] Y. Yang and R. Kravets, "Contention-Aware Admission Control for Ad Hoc Networks," *IEEE Trans. Mobile Computing*, vol. 4, no. 4, pp. 363-377, Apr. 2009.
- [2] Rami Langar, Nizar Bouabdallah, Raouf Boutaba, and Guy Pujolle, "Interferer Link-Aware Routing in Wireless Mesh Networks", *IEEE ICC*, 2010.
- [3] C. Houaidia, A. Van Den Bossche, H. Idoudi, T. Val, L. Saidane. "Mitigating Interference Based on Link Availability in Wireless Mesh Networks". *International Workshop on Performance Evaluation and Modeling in Wireless Networks: PEMWN*, Hammamet, Tunisie, 2013.